



27 ENCUENTROS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

7, 8 y 9 de septiembre de 2016
Badajoz

Organizan



Editor: Bravo Galán, J. L.

ISBN: 978-84-617-4059-8

Colaboran



COMITÉ ORGANIZADOR

Dra. Florentina Cañada Cañada (coordinadora). *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.*

Dr. José Luis Bravo Galán. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Emilio Costillo Borrego. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Javier Cubero Juárez. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dña. María Antonia Dávila Acedo. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dra. M^a Rocío Esteban Gallego. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

D. José María Marcos Merino. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dra. M^a Guadalupe Martínez Borreguero. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Vicente Mellado Jiménez. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

D. Agustín Pozo Tamayo. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dr. Jesús Sánchez Martín. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dra. Ana Belén Borrachero Cortés. Universidad Internacional de la Rioja.

Dra. Lina Viviana Melo Niño. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Dña. M^a Lourdes Hernández Rincón. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura

Secretaría Técnica

Miguel Ángel Bas Sánchez, Técnico de laboratorio del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura.

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Alicia Benarroch Benarroch
Universidad de Granada

Dra. Ana Belén Borrachero Cortés
Universidad Internacional de la Rioja

Dra. Ana Abril Gallego
Universidad de Jaén

Dra. Ana Rivero García
Universidad de Sevilla

Dr. Ángel Blanco López
Universidad de Málaga

Dr. Ángel Cortés Gracia
Universidad de Zaragoza

Dr. Antonio de Pro Bueno
Universidad de Murcia

Dr. Antonio Neto
Universidade de Évora

Dr. Bartolomé Vázquez Bernal
Universidad de Huelva

Dra. Carmen Fernández
Universidade de São Paulo

Dra. Cecilia Galvão
Universidade de Lisboa

Dra. Clara Alvarado Zamorano
Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Cristina Martínez Losada
Universidade da Coruña

Dr. David González Gómez
Universidad de Extremadura

Dra. Diana Lineth Parga Lozano
Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Dr. Diego Airado Rodríguez
Universidad de Extremadura

Dr. Enrique Banet Hernández
Universidad de Murcia

Dra. Fátima Paixão
Instituto Politécnico de Castelo Branco

Dr. Fco. Javier Perales Palacios
Universidad de Granada

Dr. Jesús Antonio Gómez Ochoa de Alda
Universidad de Extremadura

Dr. José Carlos Chavero Blanco
Universidad de Extremadura

Dr. José M^a Oliva Martínez
Universidad de Cádiz

Dr. José Manuel Domínguez Castiñeira
Universidade de Santiago de Compostela

Dr. José Miguel Vílchez González
Universidad de Granada

Dr. Juan Antonio Antequera Barroso
Universidad de Extremadura

Dra. Lina Viviana Melo Niño
Universidad de Extremadura

Dra. M^a Ángeles de las Heras Pérez
Universidad de Huelva

Dra. M^a Carmen Conde Núñez
Universidad de Extremadura

Dra. M^a José Gil Quílez
Universidad de Zaragoza

Dra. M^a Rut Jiménez Liso
Universidad de Almería

Dra. Maite Morentin Pascual
Universidad del País Vasco

Dra. María Isabel Martins
Universidade de Aveiro

Dra. Mercedes Martínez Aznar
Universidad Complutense de Madrid

Dr. Roque Jiménez Pérez
Universidad de Huelva

Dr. Samuel Sánchez Cepeda
Universidad de Extremadura

Dra. Susana García Barros
Universidade da Coruña

Dr. Valentín Gavidia Catalán
Universidad de Valencia

Conocimiento Didáctico del Contenido: la clave en el desarrollo profesional del profesorado de Primaria desde la Educación Científica basada en la Indagación

Retana-Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva.

diegoarmandoret@hotmail.com

RESUMEN

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es un atributo personal del profesor considerado conocimiento base y acción. Este trabajo analiza la forma en cómo un grupo de maestros de Ciencias de Primaria en ejercicio de Costa Rica utiliza el CDC en la planificación y ejecución de una unidad didáctica indagatoria, en el curso lectivo 2015. Se distinguen sus necesidades formativas desde la formación inicial hasta el desarrollo profesional para implementar la indagación escolar. Desde el paradigma de la Complejidad Evolutiva se aplicó un cuestionario. Los resultados muestran que el profesorado estudia los conocimientos relacionados con los contenidos de la unidad. Además, los docentes consideran que la formación inicial debe partir del análisis de sus concepciones, emociones y actitudes acerca de la naturaleza de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje y que durante la formación permanente es imprescindible el conocimiento didáctico sobre los fundamentos de la indagación.

Palabras clave

Conocimiento didáctico del contenido, indagación, profesorado en ejercicio, desarrollo profesional, Educación Primaria

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, la enseñanza de las Ciencias en Primaria facilita el desarrollo del pensamiento científico, una forma evolucionada del pensamiento humano para dar respuesta a hechos y fenómenos, a partir de la formulación de preguntas (Jara, Cuetos y Serna, 2015). La investigación escolar representa una opción didáctica para la enseñanza de las Ciencias y una estrategia para el desarrollo profesional del profesorado (Cañal, 2007), ya que, por un lado, a través de la resolución de problemas promueve cambios en los sistemas de conceptos, procedimientos y actitudes de los estudiantes y, por otro, facilita la reflexión docente sobre su propia actividad pedagógica.

En 2008, a partir de experiencias internacionales en investigación escolar (Cañal, Pozuelos y Travé; 2005; Charpak, 2005; Rocard *et al.*, 2007), el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP) desarrolló el programa *Educación del Pensamiento Científico basado en la Indagación*, una iniciativa que incorpora la indagación como un enfoque curricular que busca el fomento de competencias científicas en los estudiantes, mientras desarrollan procesos de focalización, exploración, contrastación, reflexión y aplicación. De esta forma, la indagación se convierte en el eje central que articula los

temas transversales y los contenidos del programa de estudios de Ciencias del I y II Ciclo de Primaria (MEP, 2010). En 2010, dicho ministerio ejecutó un plan de capacitación a nivel nacional para facilitar su implementación y el desarrollo profesional docente.

Por tanto, el presente estudio tiene como propósito, primeramente, indagar acerca de la forma en cómo los maestros utilizan el CDC sobre cambios de estado del agua y su relación con el calor en la planificación y ejecución de una unidad didáctica indagatoria. El CDC es un atributo personal del profesor considerado como conocimiento base y acción (Gess-Newsome y Carlson, 2013). Al respecto, Gunstone (2014) indica que el CDC incluye creencias acerca de la ciencia, la enseñanza, el currículum, la evaluación y creencias acerca de cómo los estudiantes comprenden temas específicos de Ciencias. De hecho, como sostiene Mellado (2011), el CDC es relevante en la formación y desarrollo profesional del profesor, pues le permite tomar decisiones en la práctica de la enseñanza.

Finalmente, se realiza la identificación de las necesidades formativas del profesorado para la implementación de la indagación en Primaria; proceso que requiere asesoramiento y apoyo de parte de los formadores para que los aprendizajes se consoliden (Marcelo y Vaillant, 2013), así como la implicación docente en el desarrollo de actividades indagatorias que permitan el alcance de una comprensión adecuada de la ciencia.

METODOLOGÍA

La investigación se enmarca dentro del paradigma Complejo-Evolucionista, un acercamiento a la realidad enfocado en la transformación educativa como referente de la formación del profesorado (De la Herrán, 2005). Este trabajo con alcance exploratorio y descriptivo analiza la perspectiva de maestros de Ciencias en ejercicio. En este estudio participaron 12 docentes que pertenecen a dos centros educativos de Zarceros de la Dirección Regional de Educación Occidente. La definición de la muestra se realizó de manera incidental y está constituida por dos hombres y diez mujeres, quienes poseen más de 15 años de experiencia docente y han estado implicados en acciones de formación permanente como educadores.

Por otra parte, se diseñó un cuestionario a partir de un modelo de evolución-complejidad de concepciones didácticas, elaborado previamente por los autores del presente artículo en un estudio más amplio. Este modelo representa la hipótesis de la complejidad (Vázquez-Bernal, Jiménez y Mellado, 2007) y está constituido por un sistema de categorías en evolución para el análisis de concepciones de maestros de Ciencias en ejercicio sobre la indagación escolar. Dichas categorías corresponden a procesos de enseñanza y aprendizaje, CDC y desarrollo profesional.

El cuestionario está conformado por tres ítems cerrados. El primero consiste en una escala Likert constituida por 11 declaraciones que representan acciones sobre la utilización del CDC en el diseño e implementación de unidades didácticas indagatorias (Cañal *et al.*, 2005). Así, el participante indica con qué frecuencia realiza dichas actividades. La escala comprende valores entre el 1 y el 4, donde el 1 corresponde a “nunca” y el 4 a “siempre”. La inclusión de la escala en cuatro grados de frecuencia evita la tendencia central en las respuestas. Los siguientes dos ítems indagan acerca de las necesidades formativas del profesorado en la formación inicial y permanente (en cada ítem, el participante selecciona dentro de un conjunto de opciones, las principales necesidades que considera relevantes para la implementación de la indagación). La validación del instrumento se realizó por criterio experto (tres especialistas) y se aplicó de forma autoadministrada durante el III trimestre del curso 2015. Los datos cuantitativos se analizaron descriptivamente y se

calculó la confiabilidad del instrumento desde un modelo alfa de Cronbach con el programa SPSS versión 20 (consistencia interna: .883).

RESULTADOS

El CDC en la planificación e implementación de la indagación

A continuación, se muestra la distribución de frecuencias y estadísticos descriptivos (ver tabla 1), a partir del análisis de las respuestas al ítem 1, cuya finalidad perseguía indagar acerca de la utilización del CDC sobre cambios de estado y su relación con el calor en el diseño y ejecución de actividades de mediación pedagógica basadas en la indagación.

ÍTEM	CÓDIGO	1*	2	3	4	MEDIA	DESV.T.
1. Selecciona un objeto de estudio y analiza su relevancia y viabilidad.	fr1	16.7	25.0	33.3	25.0	2.67	1.07
2. Recoge preguntas o dudas sobre el tema e identifica los niveles de complejidad.	fr2	0	16.7	75.0	8.30	2.92	.51
3. Investiga y documenta las ideas en relación con el tema.	fr3	8.30	16.7	75.0	0	2,67	.65
4. Estudia la forma de estructurar las preguntas en una secuencia coherente y organizada.	fr4	8.30	8.30	50.0	33.3	3.08	.90
5. Elabora un plan de trabajo que incluye actividades de focalización, exploración, reflexión y aplicación.	fr5	0	16.7	33.3	50.0	3.33	0.77
6. Selecciona y organiza los contenidos del currículo de Ciencias.	fr6	0	8.30	58.3	33.3	3.25	0.62
7. Estudia los conocimientos que guardan relación con la temática de la unidad.	fr7	0	0	41.7	58.3	3.58	0.51
8. Busca, diseña y adecúa materiales y recursos.	fr8	8.30	16.7	25.0	50.0	3.17	1.02
9. Realiza un estudio sobre las necesidades organizativas.	fr9	0	27.3	27.3	45.5	3.18	0.87
10. Determina los criterios e instrumentos de evaluación.	fr10	0	8.30	41.7	50.0	3.42	.66
11. Redacta y formaliza el proyecto de unidad didáctica.	fr11	0	8.30	41.7	50.0	3.42	.66

* 1: Nunca, 2: La mayoría de veces no, 3: La mayoría de veces sí y 4: Siempre

Tabla 1. Distribución de frecuencias y descriptivos por ítem sobre la utilización del CDC por el profesorado de Ciencias en el diseño e implementación de unidades didácticas indagatorias

Para facilitar el análisis de los datos, se presentan a continuación las cifras resultantes de la suma entre las frecuencias relativas de valoración positiva (en donde el 4 corresponde a “siempre” y el 3 a “la mayoría de veces sí”) de la escala Likert.

Tal y como se muestra en la tabla 1, más de la mitad de los encuestados afirmó que durante las etapas de diseño y planificación de una unidad didáctica basada en la indagación *seleccionan un objeto de estudio, analizan su relevancia y viabilidad* (58.3% del Código fr1), *recogen preguntas o dudas de los estudiantes sobre el tema e identifican los distintos niveles de complejidad* (fr2) que suelen darse entre ellos (83.3%). Sin embargo, solo tres cuartas partes del profesorado *investigan y documentan las ideas de las y los discentes en relación con el tema* (fr3).

Por añadidura, en igual frecuencia, el 83.3% de los participantes afirmó estudiar la forma de estructurar las preguntas y dudas de los discentes en una secuencia coherente y organizada (fr4) y a partir de estas elabora un plan de trabajo en el que incluye actividades de focalización, exploración, reflexión y aplicación (fr5), las cuales guardan relación estrecha con un proceso de selección y organización de contenidos (91.6% para el código fr6). Es más, el ciento por ciento de las y los docentes estudia los conocimientos asociados con la temática de la unidad (fr7) y a partir de esta acción solamente tres cuartas partes de ellos buscan, diseñan y adecúan materiales y recursos (fr8).

También, el 72.8% realiza un *estudio organizativo* (fr9) acerca de las necesidades y posibilidades de carácter organizativo como aula, salidas, uso de espacios, distribución de tiempo y de grupos. Finalmente, en igual proporción estadística, el profesorado *redacta y formaliza el proyecto de unidad didáctica* (fr11) en el que *determina los criterios e instrumentos de evaluación* (91.7% para el código fr10).

Por otra parte, la alta valoración positiva se refleja en los promedios resultantes en cada enunciado de la escala de frecuencia. En general, dada la escala de 1 a 4 puntos (donde 4 indica la mayor valoración positiva), los ítems obtuvieron promedios entre 2.67 y 3.58; de los cuales más del 80% presenta una desviación estándar menor a la unidad con respecto a la media aritmética. Por ende (ver tabla 1), los ítems con menor puntaje fueron *Selecciona un objeto de estudio y analiza su relevancia y viabilidad* (código fr1) e *Investiga y documenta las ideas en relación con el tema* (fr3) y el de mayor puntuación media fue *Estudia los conocimientos que guardan relación con la temática de la unidad* (fr7).

En términos generales, los resultados son favorables. La categoría que más se repitió fue 3 (la mayoría de veces sí). La mitad del profesorado está por encima del valor 3.18 y la otra mitad está por debajo de este valor. En promedio, los participantes se ubican en 3.15 (favorable). Asimismo, se desvían de 3.15, en promedio, .29 unidades de la escala. En síntesis, se requiere la planificación de secuencias de enseñanza coherentes que motiven el aprendizaje y precisamente, el CDC es la clave para articular la teoría y la práctica a partir de procesos de razonamiento, acción y reflexión; acciones necesarias en la ejecución de un modelo didáctico alternativo.

Las necesidades formativas para la implementación de la indagación

La formación inicial

Los doce participantes distinguen un conjunto de acciones que deben implementarse en la formación inicial de maestros de Primaria (ítem 2 del cuestionario), con el propósito de facilitar el desarrollo del pensamiento crítico y la inserción en la cultura científica. Por ejemplo, tres cuartas partes de la muestra consideran que la formación inicial de maestros de Ciencias debe partir del análisis de sus *concepciones, emociones y actitudes* acerca de la naturaleza de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. Este resultado es de gran relevancia para la formación del profesorado, ya que el conocer las concepciones y las creencias que exponen los futuros docentes permite generar nuevos esquemas de pensamiento y acción orientados a la transformación de las prácticas educativas de corte tradicional, hacia procesos que promuevan la resolución de problemas, pues como señalan Marcelo y Vaillant (2013): “*Estas creencias están a veces tan arraigadas que la formación inicial no consigue hacer la más mínima mella en ellas*” (p.47), por lo que es el momento oportuno para incidir sobre éstas antes de su inserción a las aulas.

Asimismo, el análisis de las emociones se convierte en una necesidad formativa del profesorado de Ciencias en Primaria, ya que como sostienen Mellado y otros (2014): “*La*

formación inicial del profesorado se constituye como un espacio en el que se debe considerar estos aspectos para que los profesores en formación puedan controlar y mejorar los efectos de sus emociones en la dinámica de aula” (p. 20). De esta manera, se propicia que el maestro una vez incorporado a un centro educativo logre implementar secuencias didácticas indagatorias en las que favorecerá la autorregulación de sus propias emociones, anticipará las inquietudes de los estudiantes, facilitará en las niñas y los niños el gusto por aprender y hacer Ciencias e incrementará la motivación intrínseca en su desempeño profesional.

Asimismo, el 67% del profesorado sostiene la importancia de que el estudiante diseñe trabajos prácticos basados en la indagación, los experimente en el aula y los evalúe para alcanzar una comprensión adecuada de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. Al respecto, Vílchez y Bravo (2015) defienden una formación del profesorado en la que los estudiantes de Magisterio se sientan con confianza y familiarizados al exponerse a situaciones en las que deban aplicar la indagación.

También, la mitad de los docentes expresan como necesidades formativas que se consideren las *ideas alternativas* de los futuros maestros en relación con los conceptos científicos, que se estimule la transformación del conocimiento académico en el CDC en prácticas de enseñanza basadas en indagación y que se fomente el *rol docente investigador* desde la formación inicial hasta el desarrollo profesional. Además, el 42% afirmó que se requiere un abordaje de conocimientos básicos sobre *formulación de hipótesis de progresión* de ideas y concepciones científicas de los niños y las niñas mientras indagan, la participación durante las prácticas de enseñanza en actividades investigativas e innovadoras con profesores experimentados y el *fomento de la práctica reflexiva* en y sobre la enseñanza de las Ciencias en los estudiantes de Magisterio.

Sin embargo, únicamente la tercera parte de la muestra señala la prioridad de que se profundicen los contenidos de Ciencias a enseñar, sus estrategias didácticas y de evaluación; que además priorice el trabajo a partir de la formulación de problemas y la explicación de los fenómenos cotidianos. Si se compara esta pequeña proporción con las aportaciones actuales de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, claramente el dato es preocupante, pues en un estudio realizado recientemente por Martínez-Chico, Jiménez y López-Gay (2014) se evidenció que los formadores de maestros en este ámbito en España destacan prioridades en la formación inicial, tales como trabajar a partir del planteamiento de preguntas y la explicación de fenómenos de la cotidianidad.

Finalmente, el 17% afirmó como necesidad formativa que los programas de formación se enfoquen desde el *paradigma de la complejidad* del pensamiento y conocimiento del profesor. A ésta le correspondería una enseñanza para la complejidad, que esté basada en los problemas de la vida real y el impulso de la capacidad para plantear sus soluciones, pues según Zabala (2014) se requiere “...una formación que facilite una visión más compleja y crítica del mundo...” (p. 47). En síntesis, no solo estamos de acuerdo con la tesis de Marcelo y Vaillant (2013), quienes sostienen que “*En la formación inicial docente tenemos la oportunidad de crear nuevos docentes apasionados por la enseñanza...*” (p.49), sino también con la seguridad que mediante el fomento del pensamiento científico estamos contribuyendo en la formación de ciudadanos emocionados por aprender a interpretar su realidad y aumentar su conocimiento del medio natural y social.

La formación permanente

Este apartado distingue las principales necesidades formativas del profesorado en ejercicio para implementar la indagación en Primaria desde el criterio de los participantes (N=12). La totalidad de los encuestados opinó que en la formación permanente es imprescindible el conocimiento sobre los fundamentos pedagógicos y metodológicos de la indagación en Ciencias, los cuales desde el 92% de la opinión docente pueden adquirirse a través de la *lectura de artículos de revistas en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, libros, páginas web u otros materiales.

En la misma proporción estadística, el 83% del profesorado afirmó la importancia de adquirir conocimientos sobre *formulación de hipótesis de progresión* de las ideas y concepciones científicas de los niños y las niñas mientras indagan, lo cual se puede apoyar a partir de *experiencias que brinden oportunidades para que el docente pueda construir su propio CDC* y diseñar estrategias para solventar las principales dificultades en su comprensión, dependiendo de los distintos niveles de complejidad. De igual manera, se requiere una mayor interrelación entre los contenidos científicos escolares, las estrategias indagatorias y los temas transversales del currículo de Ciencias.

Asimismo, tres cuartas partes de la muestra manifestaron la necesidad de la participación en cursos que partan de las *concepciones, creencias, emociones y actitudes* del profesorado sobre la indagación y la materia que enseña. La misma proporción considera necesaria la *participación en redes virtuales* para compartir experiencias con expertos y otros colegas de la enseñanza de las Ciencias. Las redes de profesores complementan las modalidades de formación permanente tradicionales y la pertenencia a estas favorece el desarrollo profesional, mejora la calidad de la enseñanza y la motivación (Rocard *et al.*, 2007).

Además, el 67% del conjunto docente afirmó que es necesario el *apoyo de la administración* para que el profesorado en equipos colaborativos diseñe e implemente unidades didácticas integradas basadas en la indagación. Para ello, los maestros requieren *la participación en congresos de Ciencias*, en aras de actualizarse sobre las nuevas tendencias de la educación científica y la investigación escolar (67%), así como la asistencia a capacitaciones que les supla de competencias, estrategias y recursos didácticos.

Esos procesos formativos deben facilitar la *reflexión del profesorado* sobre sus propias prácticas o acciones en y sobre la enseñanza de las Ciencias (67%). De igual forma, el 67% de los participantes aseveró que para alcanzar una implementación efectiva de la indagación es fundamental el *asesoramiento* de la Asesoría Pedagógica de Ciencias. Finalmente, la tercera parte del profesorado distinguió como necesidad formativa una mayor profundización de los contenidos de Ciencias incluidos en el programa de estudios de Primaria. En síntesis, tanto la formación inicial como la formación permanente facilitan el desarrollo profesional y representan la posibilidad de una educación científica de calidad.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que los docentes utilizan el CDC sobre cambios de estado del agua y las estrategias se basan en la selección de un objeto de estudio, análisis de su relevancia y viabilidad, recolección de preguntas, identificación de sus niveles de progresión y el estudio de los conocimientos asociados con la unidad.

Es fundamental que los profesores de Didáctica de las Ciencias Experimentales inicien los procesos formativos a partir del análisis de las concepciones epistemológicas y didácticas de los futuros maestros en relación con la enseñanza, el aprendizaje, la metodología y la imagen respecto a la ciencia, así podría establecerse una hipótesis de evolución que permita la identificación de los principales obstáculos para avanzar hacia niveles de mayor abstracción (Vázquez-Bernal *et al.*, 2010). A partir de un primer nivel de complejidad se podrían modificar aquellas concepciones y creencias que no se corresponden con la evolución hacia un conocimiento profesional deseable del maestro de Ciencias, pues muchas de esas concepciones tienen su origen en antecedentes escolares y pueden estar fuertemente arraigadas. Es necesario indagar en torno a las concepciones didácticas sobre la indagación, en aras de una implementación efectiva del *Programa Educación del Pensamiento Científico basado en la Indagación* que permita sustituir las prácticas de enseñanza de corte tradicional. Asimismo, se debe considerar un análisis de las emociones de los futuros maestros, ya que estas representan un elemento más del CDC, conocimiento imprescindible en el desarrollo profesional del profesorado (Mellado *et al.*, 2014).

Con respecto a la formación permanente se requiere profundización en los fundamentos epistemológicos y didácticos de la indagación que permitan el diseño, la planificación, la ejecución y evaluación de secuencias de enseñanza investigativas. Esos conocimientos pueden adquirirse mediante lectura de artículos de revistas especializadas en Didáctica de las Ciencias. Además, es necesario introducir el concepto de formulación de hipótesis de evolución del conocimiento para una organización y secuenciación de los contenidos de forma coherente y contextualizada.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por la Universidad de Costa Rica gracias al otorgamiento de una beca a M.Sc. Diego Armando Retana Alvarado para realizar Máster y Doctorado en España. Se agradece la dirección del estudio a Dr. Bartolomé Vázquez Bernal de la Universidad de Huelva.

BIBLIOGRAFÍA

- Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Alambique*, 52, 9-19.
- Cañal, P., Pozuelos, F. J. y Travé, G. (2005). *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12)*. Vol. 1. *Descripción General y Fundamentos*. Sevilla: Díada.
- Charpak, G. (2005). *Manos a la obra. Las ciencias en la escuela primaria*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Gess-Newsome, J. & Carlson, J. (2013). The PCK summit consensus model and definition of pedagogical content knowledge. In *the Symposium "Reports from the Pedagogical Content Knowledge (PCK) Summit*, ESERA Conference 2013, September.
- Gunstone, R. (Ed.) (2014). Pedagogical Content Knowledge (PCK). *Encyclopedia of Science Education*. Netherlands: Springer Press.
- Herrán, A. de la. (2005). El nuevo "paradigma" complejo-evolucionista en educación. En A. de la Herrán, E. Hashimoto y E. Machado, *Investigar en Educación: Fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas* (pp. 481-661). Madrid: Dilex.
- Jara, D. G., Cuetos, M. J. y Serna, A. I. (2015). *Didáctica de las Ciencias Naturales en Educación Primaria*. La Rioja: Universidad Internacional de La Rioja, S.A.

- Marcelo, C. y Vaillant, D. (2013). *Desarrollo profesional docente ¿Cómo se aprende a enseñar?* Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Martínez-Chico, M., Jiménez, M. R. y López-Gay, R. (2014). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a los formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 591-608.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de Ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En A. Caamaño (coord.), *Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas*. (pp. 11-30). Barcelona: GRAÓ.
- Mellado, V. Borrachero, A. B, Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A, Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Ministerio de Educación Pública (2010). *Módulo 2. La planificación y la mediación pedagógica desde el enfoque de la Educación Científica basada en la Indagación*. San José, Costa Rica: El Ministerio.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Comission.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 372-393.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417-432.
- Zabala, A. (2014). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Una propuesta para la comprensión e intervención en la realidad*. Barcelona: GRAÓ.